

Buletin Tanaman Tembakau, Serat & Minyak Industri 4(2), Oktober 2012:47–60
ISSN: 2085-6717

Tanggapan Partisi Karbohidrat Tembakau Temanggung Terhadap Dosis Pupuk Nitrogen dan Kaitannya dengan Hasil dan Kadar Nikotin Rajangan Kering

Carbohydrate Partitioning Responses of Temanggung Tobacco to Nitrogen Rates and Their Correlation with Dry Slice Yield and Nicotine Content

Djumali

Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat
Jln. Raya Karangploso, Kotak Pos 199, Malang 65152
E-mail: balittas@litbang.deptan.go.id
Diterima: 9 Februari 2012 disetujui: 7 Agustus 2012

ABSTRAK

Partisi karbohidrat untuk pertumbuhan tanaman tembakau menentukan hasil dan kadar nikotin rajangan kering. Kuantitas partisi karbohidrat ke masing-masing organ tanaman dipengaruhi oleh genetik tanaman dan kondisi lingkungan tumbuh, termasuk dosis pupuk N yang diberikan. Penelitian yang bertujuan untuk mengetahui tanggapan partisi karbohidrat tembakau temanggung terhadap dosis pupuk N dan kaitannya dengan produksi dan kadar nikotin dilakukan di rumah kaca Balittas, Malang dari Maret–Agustus 2009. Perlakuan 6 dosis pupuk N (0; 1,62; 3,64; 4,86; 6,48; dan 8,10 g N/tanaman atau setara dengan 0, 30, 60, 90, 120, dan 150 kg N/ha) disusun dalam rancangan acak kelompok tiga ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa partisi karbohidrat untuk pertumbuhan tajuk tanaman selama 0–60 hari setelah tanam (hst) mengalami penurunan dan selama 60 hst–panen akhir mengalami peningkatan seiring dengan peningkatan dosis pupuk N, demikian pula sebaliknya untuk organ akar. Dalam tajuk tanaman, partisi karbohidrat untuk batang selama 0–30 hst mengalami peningkatan dan selama 45 hst–panen akhir mengalami penurunan seiring dengan peningkatan dosis pupuk N. Hal sebaliknya terjadi pada organ daun. Adapun partisi karbohidrat untuk pertumbuhan bunga dan tunas samping mengalami peningkatan seiring dengan peningkatan dosis pupuk N. Dalam akar, partisi karbohidrat untuk pembentukan jaringan akar mengalami penurunan selama tanam–panen akhir seiring dengan peningkatan dosis pupuk N dan hal sebaliknya terjadi pada pembentukan senyawa nikotin. Partisi karbohidrat untuk pertumbuhan organ tanaman yang mempengaruhi hasil rajangan kering adalah partisi karbohidrat untuk pertumbuhan tajuk selama 0–30 hst dan 60 hst–panen akhir, batang selama 0–30 hst, daun selama 45 hst–panen akhir, dan pembentukan nikotin selama 45–60 hst. Adapun partisi karbohidrat yang mempengaruhi kadar nikotin adalah partisi karbohidrat untuk pembentukan nikotin selama 0–30 hst.

Kata kunci: Nitrogen, karbohidrat, hasil, nikotin, tembakau, temanggung

ABSTRACT

Carbohydrate partitioning for plant growth determines dry slice yield and nicotine content of temanggung tobacco. Quantity of carbohydrate partitioning of each plant organs is influenced by genetic and environment, including the N fertilizer. The research aims to determine the carbohydrate partitioning responses of temanggung tobacco to N fertilizer and their correlation with dry slice yield and nicotine content was conducted in the greenhouse of IToFCRI, Malang from March to August 2009. Treatment of 6 doses of fertilizer N (0, 1.62, 3.64, 4.86, 6.48, and 8.10 g N/plant, equivalent to 0, 30, 60, 90, 120, and 150 kg N/ha) arranged in a randomized block design and three replications. The results showed that carbohydrate partitioning of shoot growth during 0–60 days after planting (dap) decreased and during 60 dap–the end harvesting increased with increasing doses of fertilizer N, and vice versa for the root organs. In the shoot, carbohydrate partitioning of the stem during 0–30 dap increased and during 45 dap–the end harvesting

decreased with increasing doses of fertilizer N. The opposite occurs in leaf organs. The carbohydrate partitioning of flower and sucker increased with increasing doses of fertilizer N. In root organs, carbohydrate partitioning to the formation of root tissue decreased during planting–the end harvesting with increasing doses of fertilizer N and the opposite occurred in the formation of nicotine compounds. Carbohydrate partitioning to plant growth occurred that influence dry slice yield were carbohydrate partitioning to shoot during 0–30 dap and 60 dap–the end harvesting, the stem during 0–30 dap, the leaf during 45 dap–the end harvesting, and the formation of nicotine during 45–60 dap. Carbohydrate partitioning to plant growth that affect nicotine levels was carbohydrate partitioning to the formation of nicotine during 0–30 dap.

Keywords: Nitrogen, carbohydrate, yield, nicotine, tobacco, temanggung

PENDAHULUAN

TEMBAKAU temanggung berasal dari jenis tembakau yang telah beradaptasi dengan kondisi lingkungan tumbuh wilayah Temanggung (Rochman & Suwarso 2000). Tembakau ini mempunyai ciri khas yakni berkadar nikotin tinggi (Djajadi & Murdiyati 2000) dan sangat berbeda dengan tembakau virginia yang berkandungan gula tinggi. Perbedaan ciri khas tersebut menyebabkan perbedaan pengelolaan tanaman dan metode pengolahan hasilnya. Hasil penelitian Djumali (2008) memperlihatkan bahwa tekstur tanah yang ringan berpengaruh positif terhadap produksi dan mutu tembakau temanggung, sedangkan di luar negeri diperoleh informasi bahwa tekstur tanah ringan berpengaruh negatif terhadap produksi dan mutu tembakau virginia. Dengan demikian, faktor-faktor yang mempengaruhi produksi dan mutu hasil tembakau temanggung, baik faktor lingkungan maupun faktor karakter tanaman, berbeda dengan tembakau virginia.

Hasil rajangan kering tembakau temanggung sangat bervariasi, yakni 368–645 kg/ha dengan rata-rata sebesar 516 kg/ha (Anonymous 2006), sedangkan potensi produksi berkisar 862–900 kg/ha (Murdiyati *et al.* 2003). Peningkatan hasil dan mutu rajangan kering tembakau temanggung telah dipelajari oleh Rachman *et al.* (1988) serta Rachman dan Djajadi (1991) dengan mengaplikasikan pupuk N, dosis optimum untuk lahan sawah adalah 4,9 g N/tanaman dan untuk lahan tegal sebesar 6,5 g N/tanaman. Namun petani mengaplikasikan pupuk N dengan dosis yang jauh lebih tinggi, yakni 11,9 g N/tanaman (Djumali

2008). Aplikasi dosis pupuk N di atas dosis rekomendasi di beberapa wilayah pengembangan tembakau temanggung ternyata mampu mendapatkan hasil dan mutu rajangan kering yang mendekati potensinya. Namun demikian sampai saat ini belum ada penjelasan mengapa dosis pupuk yang tinggi tersebut memperoleh hasil dan mutu rajangan kering yang tinggi. Pada tanaman tembakau virginia telah diperoleh informasi bahwa peningkatan hasil kerosok akibat aplikasi pupuk N terjadi melalui peningkatan kandungan klorofil, fotosintesis, bobot spesifik daun, respirasi tanaman (Sholeh & Djumali 2007).

Pada tembakau temanggung terdapat 15 karakter tembakau temanggung yang mempengaruhi hasil dan mutu rajangan kering (Djumali 2010; 2011a; 2011b). Karakter partisi karbohidrat untuk pertumbuhan tanaman tembakau temanggung merupakan sebagian dari karakter tanaman yang mempengaruhi hasil dan mutu rajangan kering. Sampai saat ini belum banyak diketahui bagaimana tanggapan partisi karbohidrat tembakau temanggung terhadap pupuk N dan partisi karbohidrat mana yang mempengaruhi hasil dan kadar nikotin akibat perbedaan dosis pupuk N yang digunakan. Informasi tersebut sangat penting bagi pemulia tanaman sebagai dasar untuk merakit varietas unggul yang responsif atau yang tidak responsif terhadap pupuk N. Oleh karena itu dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui tanggapan partisi karbohidrat untuk pertumbuhan tanaman terhadap aplikasi pupuk N dan kaitannya dengan hasil dan mutu rajangan kering.

BAHAN DAN METODE

Percobaan pot dilakukan di rumah kaca Balittas, Malang dari Maret–Agustus 2009 dengan rancangan acak kelompok dan diulang 3 kali. Perlakuan yang dicoba sebanyak 6 dosis pupuk N, yaitu 0, 30, 60, 90, 120, 150 kg N/ha atau setara dengan 0; 1,62; 3,64; 4,86; 6,48; dan 8,10 g N/tanaman. Setiap perlakuan dalam satu ulangan terdiri atas 15 tanaman dengan satu tanaman per pot dan ukuran pot bervolume 20 liter. Sebanyak 12 tanaman digunakan untuk pengamatan destruktif dan sisanya digunakan untuk pengamatan hasil dan kadar nikotin rajangan kering. Kultivar tanaman yang digunakan adalah Gober Genjah dengan dosis pupuk dasar 50 kg P_2O_5 + 25 ton pupuk kandang per ha atau setara dengan 2,70 g P_2O_5 + 1,35 kg pupuk kandang per tanaman. Pupuk kandang dan pupuk P diberikan sehari sebelum tanam dengan mengaduk rata dalam tanah, sumber pupuk P berasal dari pupuk SP-36. Selanjutnya pot ditata dengan jarak antar-pot 90 cm x 60 cm.

Penanaman dilakukan dengan memindahkan bibit yang telah berumur 40 hari ke dalam pot, setiap pot ditanami satu tanaman. Sebelum tanam, tanah dalam pot terlebih dahulu diaplikasi Carbofuran untuk mengantisipasi serangan ulat tanah. Pemeliharaan tanaman dilakukan dengan melakukan penyulaman pada bibit yang mati, melakukan pendangiran bila tanah terlihat padat, dan melakukan pengendalian hama penyakit. Pemupukan N diberikan dua kali yaitu lima hari setelah tanam dan 25 hari setelah tanam dengan masing-masing sebesar $\frac{1}{3}$ dan $\frac{2}{3}$ dosis pupuk N, sumber pupuk N berasal dari pupuk ZA. Pengairan dilakukan untuk menjaga agar tanah dalam kondisi kapasitas lapang. Pemangkasan dilakukan apabila terdapat satu bunga telah mekar sempurna dengan cara memotong pucuk tanaman tepat di bawah dua daun bendera. Wiwil dilakukan setiap 7 hari sekali dengan cara memotong tunas samping yang tumbuh di setiap ketiak daun.

Panen dilakukan secara bertahap, setiap daun produksi dipanen bila telah menunjuk-

kan ketuaan. Ketuaan daun produksi ditandai dengan memudarnya warna hijau menjadi kuning sebanyak 50%. Daun yang telah menunjukkan ketuaan dipetik dan diperam hingga warnanya berubah menjadi kuning. Selanjutnya dilakukan perajangan dan penjemuran. Hasil rajangan kering selanjutnya dipisahkan berdasarkan urutan pemetikan.

Pengamatan Partisi Karbohidrat untuk Pertumbuhan

Pengamatan partisi karbohidrat dilakukan dengan mengukur bobot kering akar, batang, daun, tunas samping, bunga, dan kadar nikotin pada 30, 45, dan 60 hari setelah tanam, serta saat panen akhir. Oleh karena itu pada umur-umur tersebut dilakukan pembongkaran 3 tanaman setiap perlakuan dalam satu ulangan.

Jumlah karbohidrat yang tersedia untuk pertumbuhan dari waktu (t-1) ke waktu (t) diperoleh dengan rumus:

$$\text{Karbohidrat} = ((BK(t) - BK(t-1)) \times \text{nilai konversi}$$

Nilai konversi karbohidrat menjadi bahan kering tergantung dari jenis organ tanaman, dalam percobaan ini menggunakan nilai konversi yang dipakai de Vries *et al.* (1989). Adapun BK adalah bobot kering masing-masing organ tanaman.

Proporsi partisi karbohidrat untuk pertumbuhan tajuk dan akar dihitung dengan rumus yang dipakai de Vries *et al.* (1989):

$$P(\text{tajuk}) = (\text{karbohidrat untuk tajuk}) / (\text{karbohidrat untuk tanaman})$$

$$P(\text{akar}) = 1 - \text{tajuk}$$

Adapun partisi karbohidrat dalam tajuk untuk organ-organ tajuk seperti batang, daun, bunga, dan tunas samping dihitung dengan rumus:

$$P(\text{organ tajuk}) = (\text{karbohidrat untuk organ tajuk}) / (\text{karbohidrat untuk tajuk})$$

Sedangkan partisi karbohidrat dalam akar untuk jaringan akar dan pembentukan nikotin dihitung dengan rumus:

$$P(\text{jaringan akar}) = (\text{karbohidrat untuk jaringan akar}) / (\text{karbohidrat untuk akar})$$

$$P(\text{nikotin}) = 1 - P(\text{jaringan akar})$$

Pengamatan Hasil Rajangan Kering dan Kandungan Nikotin

Hasil rajangan kering setiap panen di timbang sesuai dengan perlakuan. Akumulasi bobot rajangan kering setiap panen merupakan hasil rajangan kering. Selanjutnya hasil rajangan kering dicampur rata dan diambil contoh sebagai bahan analisis kandungan nikotin. Analisis kandungan nikotin dilakukan dengan metode Ether-Petroleum ether.

Analisis Data

Uji ragam setiap peubah partisi karbohidrat, hasil rajangan kering, dan kadar nikotin dilakukan untuk mengetahui pengaruh dosis pupuk N terhadap peubah tersebut. Bila hasil uji ragam menunjukkan adanya perbedaan di antara perlakuan yang dicoba, maka analisis data dilanjutkan dengan analisis regresi untuk mengetahui bentuk tanggapan partisi karbohidrat terhadap aplikasi pupuk N dengan metode analisis regresi (analisa respon permukaan). Untuk mengetahui hubungan antara peubah partisi karbohidrat dengan hasil dan kadar nikotin rajangan kering maka dilakukan analisis regresi berganda (*Stepwise Analysis*) langkah mundur antara hasil dan kadar nikotin rajangan kering dengan peubah partisi karbohidrat. Peubah partisi karbohidrat yang menghasilkan persamaan regresi berganda dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,95 ditentukan sebagai peubah yang mempengaruhi hasil dan mutu rajangan kering. Peubah terakhir yang masih tersisa dalam persamaan tersebut dalam analisis regresi langkah mundur ditentukan sebagai peubah yang paling berpengaruh terhadap hasil dan kadar nikotin rajangan kering.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tanggapan Partisi Karbohidrat Terhadap Dosis Pupuk N

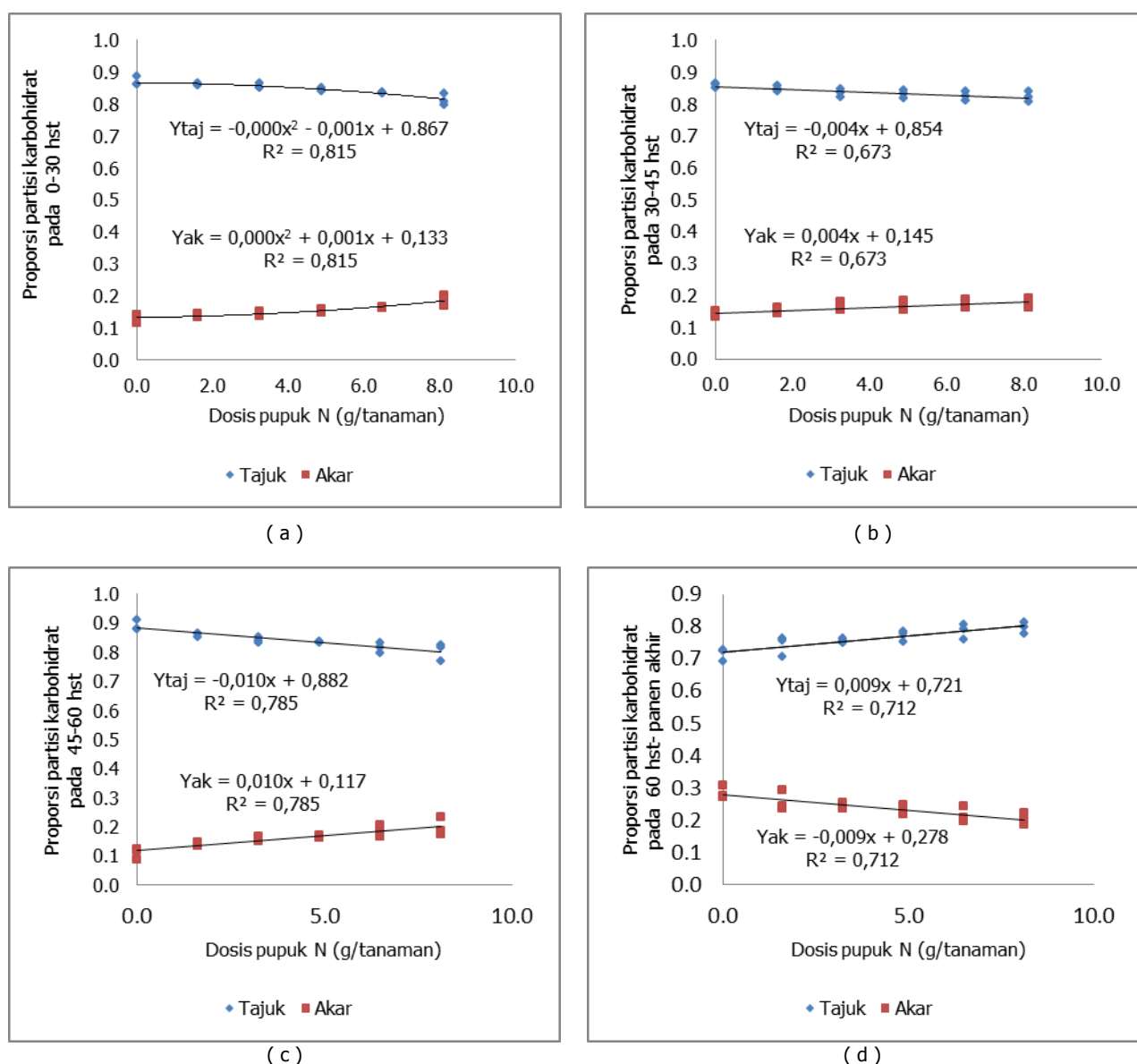
Dalam tubuh tanaman, karbohidrat yang tersedia untuk pertumbuhan berasal dari hasil fotosintesis dikurangi respirasi tanaman (Gardner

et al. 1985). Karbohidrat tersebut dipartisi ke organ-organ tanaman seperti akar dan tajuk tanaman untuk dipergunakan membentuk jaringan baru. Partisi ke akar dan tajuk tanaman tembakau temanggung dalam berbagai umur pengamatan dipengaruhi oleh dosis pupuk N (Lampiran 1). Dalam tajuk tanaman, karbohidrat dipartisi kembali ke organ-organ seperti batang, daun, bunga atau buah, dan tunas samping. Partisi karbohidrat dalam tajuk tanaman ke masing-masing organ tajuk pada berbagai umur pengamatan dipengaruhi oleh dosis pupuk N kecuali umur pengamatan 30–45 hst (Lampiran 2). Demikian pula karbohidrat dalam akar mengalami partisi untuk pembentukan jaringan baru dan pembentukan akar, proporsi partisinya pada berbagai umur pengamatan dipengaruhi oleh dosis pupuk N (Lampiran 3).

Peningkatan dosis pupuk N diikuti oleh peningkatan kandungan N dalam jaringan tanaman tembakau (Sholeh & Djumali 2007). Kandungan N dalam jaringan tanaman mempengaruhi laju pembentukan auksin, sitokinin, dan GA3 dimana ketiga jenis ZPT berpengaruh terhadap laju pembentukan jaringan tanaman (Salisbury & Ross 1995). Semakin cepat laju pertumbuhan suatu jaringan tanaman semakin banyak jumlah karbohidrat yang diperlukan untuk mendukung pertumbuhan jaringan tersebut (Shimizu-Sato *et al.* 2009; Khan *et al.* 2006; Jordi *et al.* 2000). Oleh karena itu perbedaan dosis pupuk N menyebabkan perbedaan partisi karbohidrat dalam masing-masing organ tanaman tembakau temanggung.

a. Tanggapan partisi karbohidrat dalam tanaman terhadap dosis pupuk N

Sampai dengan memasuki fase pemangkasan (60 hst), partisi karbohidrat untuk pertumbuhan tajuk tanaman menurun seiring dengan peningkatan dosis pupuk N (Gambar 1a, 1b, 1c), sedangkan setelah fase pemangkasan hingga panen akhir terjadi peningkatan seiring dengan peningkatan dosis pupuk yang diaplikasikan (Gambar 1d). Hal sebaliknya terjadi untuk partisi karbohidrat untuk akar.



Gambar 1. Tanggapan partisi karbohidrat untuk tajuk (taj) dan akar (ak) tanaman tembakau temanggung pada pengamatan (a) 0–30 hst, (b) 30–45 hst, (c) 45–60 hst, dan (d) 60 hst–panen akhir terhadap dosis pupuk N

Dalam praktek budi daya tembakau, tanaman setelah memasuki fase pembungaan mengalami pemangkasan pucuk (*topping*) untuk menghilangkan partisi karbohidrat ke tempat penyimpanan (biji) dan mengalami cekaman air guna mengurangi partisi karbohidrat ke tunas-tunas samping. Sebaliknya selama fase sebelum pembungaan, pertanaman mendapat air yang cukup. Menurut Gardner *et al.* (1985), keberadaan air dalam jaringan tanaman memicu terbentuknya senyawa auksin, sitokinin, dan GA3 sehingga jaringan tanaman tersebut cepat me-

lakukan laju pertumbuhannya. Menurut Granier & Tardieu (1999), keberadaan air yang cukup dalam tanah menyebabkan tanaman lebih mudah menyerap hara untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Adapun menurut Salisbury & Ross (1995), keberadaan air yang terbatas dalam tanah menyebabkan akar berusaha mendapatkan air untuk memenuhi kebutuhan hidupnya dengan cara mempercepat pertumbuhan akar. Oleh karena itu sebagai akibat dari praktek budi daya tersebut, pertumbuhan tajuk tanaman lebih diutamakan pada fase awal per-

tumbuhan sampai akhir fase pembungaan, sedangkan pertumbuhan akar lebih diutamakan pada fase *topping* sampai akhir panen. Hasil penelitian Djumali & Swari (2005) menunjukkan bahwa dalam kondisi hara N merupakan faktor pembatas, pertumbuhan tajuk lebih diutamakan sampai akhir fase pembungaan dan sebaliknya pertumbuhan akar diutamakan setelah akhir fase pembungaan. Adapun dalam kondisi hara N yang bukan merupakan faktor pembatas, pertumbuhan tajuk dan akar seimbang. Kondisi yang demikian menyebabkan peningkatan dosis pupuk N diikuti oleh penurunan partisi karbohidrat ke tajuk dan peningkatan partisi karbohidrat ke akar sampai umur pengamatan 60 hari (akhir fase pembungaan) dan peningkatan dosis pupuk N diikuti oleh peningkatan partisi karbohidrat ke tajuk dan penurunan partisi ke akar pada umur pengamatan 60 hari hingga panen akhir (Gambar 1).

b. Tanggapan partisi karbohidrat dalam tajuk

Karbohidrat yang tersedia untuk pertumbuhan tajuk tanaman akan dipartisi ke organ-organ penyusunnya seperti batang, daun, bunga, dan tunas samping. Proporsi partisi karbohidrat untuk pertumbuhan organ-organ penyusun tajuk tersebut pada berbagai umur pengamatan juga dipengaruhi oleh dosis pupuk N yang diaplikasikan (Lampiran 2).

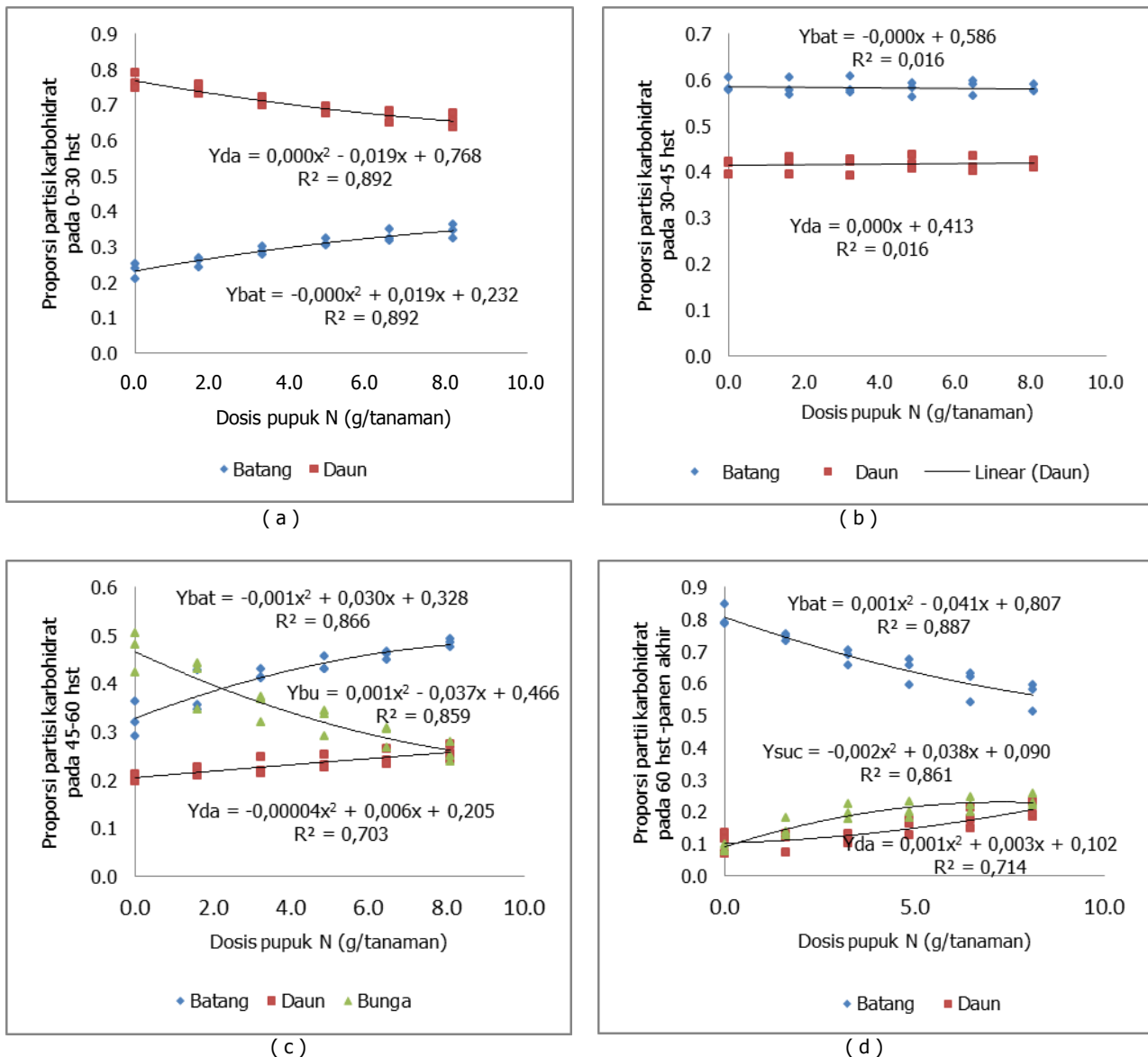
Pada fase pertumbuhan lambat (0–30 hst), proporsi partisi karbohidrat untuk pertumbuhan batang meningkat seiring dengan peningkatan dosis pupuk N yang diaplikasikan, sedangkan proporsi partisi untuk daun terjadi sebaliknya (Gambar 2a). Namun pada fase awal pertumbuhan cepat–fase pembungaan (30–45 hst), dosis pupuk yang diaplikasikan tidak berpengaruh terhadap proporsi partisi untuk batang dan daun (Gambar 2b). Pada fase pembungaan–pemangkasan (45–60 hst), proporsi partisi untuk batang dan daun meningkat seiring dengan peningkatan dosis pupuk N yang diaplikasikan, namun hal sebaliknya terjadi untuk bunga

(Gambar 2c). Adapun pada fase pemangkasan–panen akhir (> 60 hst), proporsi partisi untuk batang menurun seiring dengan peningkatan dosis pupuk N yang diaplikasikan, sedangkan untuk daun dan tunas samping meningkat (Gambar 2d).

Selama fase pertumbuhan lambat, karbohidrat yang tersedia untuk pertumbuhan tajuk lebih diutamakan untuk membentuk jaringan daun dibanding dengan untuk pembentukan jaringan batang (Djumali 2010). Dalam kondisi yang demikian, tanaman tembakau akan memperkokoh batangnya untuk mendukung pertumbuhan daun (Tso 1990). Oleh karena itu, peningkatan dosis pupuk N diikuti oleh peningkatan partisi karbohidrat untuk pertumbuhan batang (Gambar 2a). Dengan mempertimbangkan bahwa organ tajuk tanaman selama fase pertumbuhan lambat hanya terdiri atas batang dan daun, maka peningkatan partisi karbohidrat untuk pertumbuhan batang akan diikuti oleh penurunan partisi karbohidrat untuk pertumbuhan daun (deVries *et al.* 1989). Oleh karena itu peningkatan dosis pupuk N diikuti oleh peningkatan partisi karbohidrat untuk pertumbuhan batang dan penurunan partisi untuk pertumbuhan daun (Gambar 2a).

Pada fase awal pertumbuhan cepat hingga memasuki awal fase pembungaan, tanaman tembakau akan membentuk jaringan daun yang sedikit lebih tinggi dibanding dengan jaringan batang (Tso 1990). Oleh karena itu, karbohidrat yang tersedia untuk pertumbuhan tajuk akan digunakan untuk pembentukan jaringan daun sedikit lebih tinggi dibanding jaringan batang (Djumali 2010). Kondisi yang demikian menyebabkan peningkatan dosis pupuk N tidak ditanggapi oleh partisi karbohidrat untuk pertumbuhan batang dan daun (Gambar 2b).

Pada fase pembungaan hingga pemangkasan, perkembangan organ tajuk tanaman meliputi batang, daun, dan bunga (Tso 1990). Laju pembentukan jaringan tanaman ditentukan oleh rasio C/N dalam jaringan tanaman, dimana semakin tinggi nilai C/N semakin cepat pertumbuhan bunga (Salisbury & Ross 1995).



Gambar 2. Tanggapan proporsi partisi karbohidrat untuk batang (bat), daun (da), bunga (bu), dan tunas samping (suc) dalam tajuk tembakau temanggung pada pengamatan (a) 0–30 hst, (b) 30–45 hst, (c) 45–60 hst, dan (d) 60 hst–panen akhir terhadap dosis pupuk N

Hasil penelitian Boroujerdnia *et al.* (2007) memperlihatkan bahwa semakin tinggi dosis pupuk N yang diaplikasikan semakin besar kandungan N dalam jaringan tanaman. Oleh karena itu, semakin tinggi dosis pupuk N yang diaplikasikan semakin rendah rasio C/N yang dihasilkan. Kondisi yang demikian menyebabkan peningkatan dosis pupuk N yang diaplikasikan diikuti oleh penurunan karbohidrat yang tersedia untuk pertumbuhan bunga (Gambar 2c).

Pada fase pemangkasan–panen akhir, tanaman tembakau akan membentuk tunas sam-

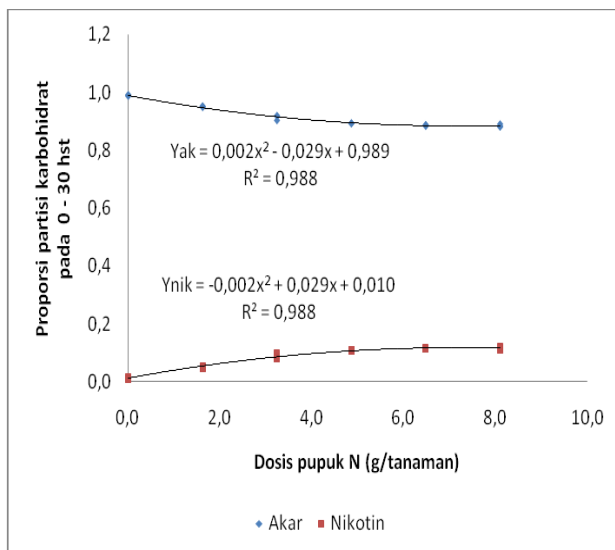
ping dan memperluas daun-daun atas (Tso 1990). Meskipun proporsi partisi karbohidrat untuk pertumbuhan tunas samping dan perluasan daun lebih rendah dibanding untuk batang, namun prioritas pertumbuhan tunas samping dan perluasan daun lebih diutamakan (Djumali 2010). Oleh karena itu, peningkatan dosis pupuk N diikuti oleh peningkatan partisi karbohidrat untuk pertumbuhan tunas samping dan daun (Gambar 2d). Kondisi yang demikian menyebabkan peningkatan dosis pupuk N diikuti oleh penurunan partisi karbohidrat untuk pertumbuhan batang (Gambar 2d).

c. Tanggapan partisi karbohidrat dalam akar

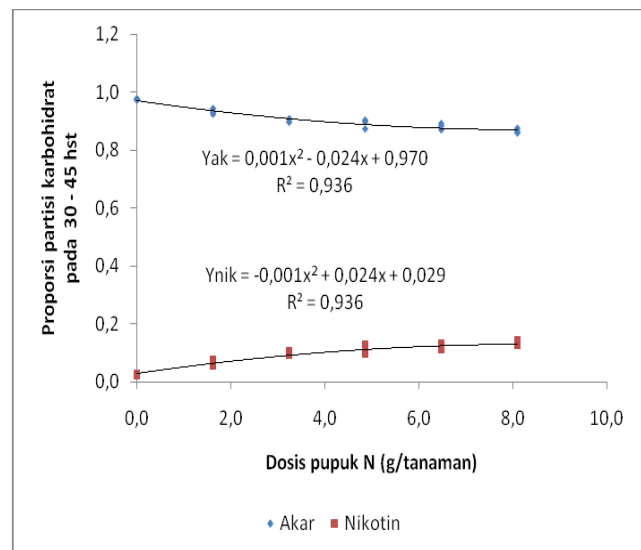
Karbohidrat untuk pertumbuhan akar akan dipartisi untuk pembentukan nikotin dan pembentukan jaringan baru. Proporsi partisi karbohidrat untuk pembentukan nikotin dan pertumbuhan jaringan akar ternyata dipengaruhi oleh dosis pupuk N yang diaplikasikan (Lampiran 3 dan Gambar 3).

Peningkatan dosis pupuk N diikuti oleh penurunan proporsi partisi karbohidrat untuk pertumbuhan jaringan akar, namun terjadi

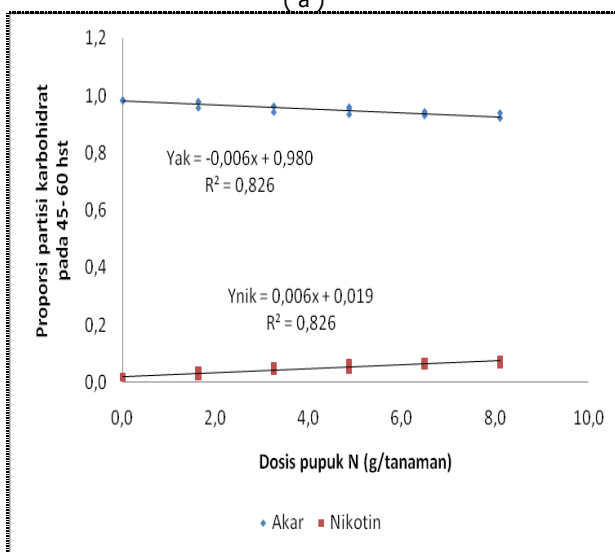
sebaliknya untuk pembentukan nikotin pada semua umur pengamatan (Gambar 3). Pada pengamatan 0–30 hst dan 60 hst–panen, peningkatan dosis pupuk N hingga 6,48 g/tanaman diikuti penurunan proporsi partisi untuk pertumbuhan jaringan akar, dan peningkatan dosis pupuk yang lebih tinggi lagi sudah tidak diikuti oleh penurunan proporsi partisi untuk jaringan akar. Adapun pada pengamatan 30–60 hst, peningkatan dosis pupuk N hingga 8,10 g/tanaman diikuti oleh penurunan proporsi partisi untuk jaringan akar (Lampiran 3). Partisi



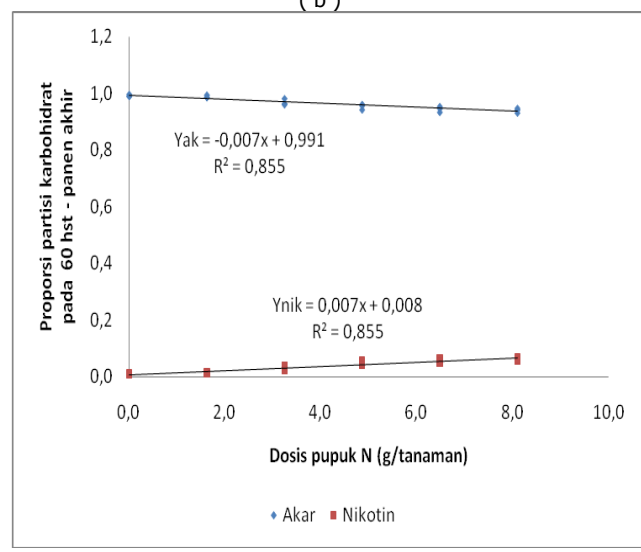
(a)



(b)



(c)



(d)

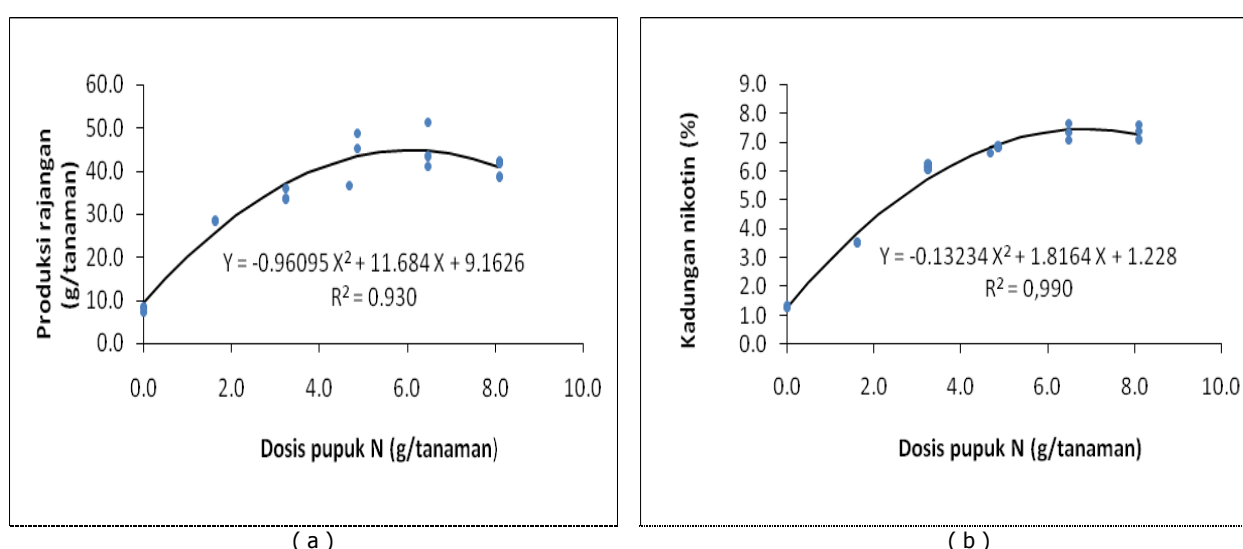
Gambar 3. Tanggapan proporsi partisi karbohidrat untuk jaringan akar (ak) dan pembentukan nikotin (nik) dalam akar tanaman tembakau temanggung pada pengamatan (a) 0–30 hst, (b) 30–45 hst, (c) 45–60 hst, dan (d) 60 hst–panen akhir terhadap dosis pupuk N

karbohidrat untuk pembentukan nikotin dan jaringan akar tembakau temanggung selama masa hidupnya telah terdeskripsi dengan baik. Partisi karbohidrat untuk pembentukan nikotin yang tinggi terjadi pada 0–30 hst dan 60 hst–panen akhir, sedangkan pada 30–60 hst menjadi rendah (Djumali 2010). Hal ini terjadi sebagai akibat pertanaman selama 0–30 hst dan 60 hst–panen akhir diperlakukan cekaman air ringan sedangkan pada 30–60 hst ketersediaan air bukan menjadi faktor pembatas. Dengan demikian dalam penelitian ini terjadi dua cekaman pada 0–30 hst dan 60 hst–panen akhir, yakni cekaman air dan cekaman hara N. Menurut deVries *et al.* (1989), apabila pertanaman mengalami cekaman air dan cekaman nutrisi maka pengaruh cekaman air terhadap pertanaman tersebut lebih besar dibanding pengaruh cekaman nutrisi. Adanya cekaman air yang ringan pada 0–30 hst dan 60 hst–panen akhir menyebabkan pengaruh cekaman air terhadap pertanaman lebih besar dibanding dengan pengaruh cekaman nutrisi. Hal inilah yang menyebabkan peningkatan dosis pupuk N di atas 6,48 g N/tanaman sudah tidak dapat diikuti oleh peningkatan partisi karbohidrat untuk pembentukan nikotin. Adapun kondisi air yang bukan merupakan faktor pembatas selama 30–60 hst menyebabkan laju fotosintesis tanaman

dipengaruhi oleh ketersediaan hara N melalui pembentukan klorofil dalam jaringan daun. Sebagaimana dijelaskan di atas bahwa keberadaan hara N dalam jaringan tanaman memicu terbentuknya hormon tumbuh tanaman. Hasil penelitian Nakano *et al.* (2001) memperlihatkan bahwa semakin banyak hormon tumbuh yang terbentuk semakin banyak klorofil yang terbentuk. Dalam kondisi intensitas cahaya diterima tanaman yang sama, semakin banyak kandungan klorofil dalam daun semakin besar laju fotosintesisnya (Salisbury & Ross 1995). Semakin besar laju fotosintesis yang terjadi semakin banyak karbohidrat yang tersedia untuk pertumbuhan tanaman, termasuk untuk pembentukan nikotin dalam jaringan akar. Oleh karena itu peningkatan dosis pupuk sampai 8,10 g N/ha diikuti oleh peningkatan partisi karbohidrat untuk pembentukan nikotin akar (Lampiran 3).

Tanggapan Hasil dan Kadar Nikotin Rajangan Kering

Hasil rajangan kering tembakau temanggung menanggapi dosis pupuk N yang diaplikasikan dengan membentuk kurva kuadratik tertutup, hasil tertinggi diperoleh pada dosis 6,08 g N/tanaman (Gambar 4a). Hasil yang sama diperoleh Schmidt *et al.* (2002) serta



Gambar 4. Tanggapan (a) hasil rajangan kering dan (b) kandungan nikotin dalam rajangan kering tembakau temanggung terhadap aplikasi dosis pupuk N

Kuo & Jellum (2002) pada tanaman jagung, Fritsch *et al.* (2003) pada tanaman kapas pima, serta Sholeh & Djumali (2007) pada tanaman tembakau virginia rajangan. Sama halnya dengan hasil rajangan kering, kandungan nikotin dalam rajangan kering menanggapi peningkatan dosis pupuk N yang diaplikasikan dengan membentuk kurva kuadratik tertutup, dimana kandungan nikotin tertinggi diperoleh pada dosis 6,86 g N/tanaman (Gambar 4b). Bentuk tanggapan yang sama diperoleh Rachman & Djajadi (1991) pada tanaman tembakau di lahan sawah serta Xi *et al.* (2005) pada tanaman tembakau *flue-cured*.

Hubungan Partisi Karbohidrat dengan Hasil dan Mutu Rajangan Kering

a. Hubungan partisi karbohidrat dengan hasil rajangan kering

Dari 20 karakter partisi karbohidrat untuk pertumbuhan tanaman yang dipengaruhi oleh dosis pupuk N diperoleh enam karakter partisi karbohidrat yang mempengaruhi hasil rajangan kering dengan total pengaruh sebesar 95,1% (Tabel 1). Keenam karakter partisi tersebut mulai dari paling besar pengaruhnya adalah partisi karbohidrat untuk batang 0–30 hst, partisi karbohidrat untuk tajuk > 60 hst, partisi karbohidrat untuk tajuk 0–30 hst, partisi karbohidrat untuk daun > 45 hst, dan partisi karbohidrat untuk pembentukan nikotin 45–60 hst. Dari keenam karakter partisi tersebut terdapat dua karakter yang berpengaruh negatif terhadap hasil rajangan kering, yakni partisi karbo-

hidrat untuk batang 0–30 hst dan pembentukan nikotin 45–60 hst.

Sebagaimana dengan jenis tanaman lainnya, pertumbuhan tembakau temanggung terbagi ke dalam tiga fase, yakni fase pertumbuhan lambat (0–30 hst), fase pertumbuhan cepat (30–60 hst), dan fase pertumbuhan konstan (> 60 hst), dalam fase-fase tersebut karbohidrat yang tersedia untuk pertumbuhan tanaman dipartisi ke bagian atas tanaman (tajuk tanaman) dan bagian bawah tanaman (akar).

Selama fase pertumbuhan lambat, karbohidrat yang tersedia untuk tajuk tanaman dipartisi ke jaringan batang dan daun. Bila partisi karbohidrat untuk batang lebih besar dibandingkan untuk daun maka laju pertumbuhan daun menjadi lambat sehingga laju fotosintesis tanaman rendah dan hasil rajangan kering menjadi rendah. Hal inilah yang menyebabkan partisi karbohidrat untuk pertumbuhan batang selama 0–30 hst berpengaruh negatif terhadap hasil rajangan kering tembakau temanggung (Tabel 1). Hasil penelitian Djumali (2010) juga menunjukkan bahwa partisi karbohidrat untuk pertumbuhan batang pada 0–30 hst berpengaruh negatif terhadap hasil rajangan kering tembakau temanggung.

Partisi karbohidrat untuk akar lebih rendah dari tajuk tanaman selama 0–30 hst dan > 60 hst menyebabkan pertumbuhan tajuk tanaman menjadi cepat sehingga hasil rajangan kering yang diperoleh menjadi tinggi. Hal inilah yang menyebabkan partisi karbohidrat untuk tajuk tanaman selama 0–30 hst dan > 60 hst

Tabel 1. Nilai T-student hasil regresi berganda antara peubah proporsi partisi karbohidrat dengan hasil rajangan akibat pengaruh dosis pupuk N

Proporsi partisi untuk organ	Nilai T-student persamaan					
	1	2	3	4	5	6
- Tajuk 0–30 hst	7,325	7,059	7,633	8,590	-	-
- Tajuk > 60 hst	10,103	8,655	9,286	9,123	6,525	-
- Batang 0–30 hst	-13,602	-12,059	-12,905	-13,055	-7,803	-12,733
- Daun 45–60 hst	4,494	2,417	-	-	-	-
- Daun > 60 hst	7,048	5,887	5,196	-	-	-
- Nikotin 45–60 hst	-3,645	-	-	-	-	-
Koefisien determinasi	0,951**	0,941**	0,936**	0,911**	0,814**	0,698**

Keterangan: **) persamaan pada setiap kolom berpengaruh nyata pada uji F taraf 1%.

berpengaruh positif terhadap hasil rajangan kering (Tabel 1). Hasil penelitian Djumali (2010) juga menunjukkan bahwa partisi karbohidrat untuk tajuk tanaman pada 0–30 hst berpengaruh terhadap hasil rajangan kering tembakau temanggung.

Fase pertumbuhan optimum tanaman tembakau temanggung adalah pada 45–60 hst. Bila dalam fase tersebut karbohidrat yang tersedia untuk pertumbuhan tanaman lebih banyak dipartisi untuk pembentukan nikotin dalam jaringan akar maka pertumbuhan tajuk tanaman terhambat sehingga hasil rajangan kering yang diperoleh menjadi rendah. Oleh karena itu partisi karbohidrat untuk pembentukan nikotin berpengaruh negatif terhadap hasil rajangan kering tembakau temanggung (Tabel 1). Bila karbohidrat yang tersedia untuk pertumbuhan tanaman lebih banyak dipartisi untuk daun maka pertumbuhan daun menjadi cepat sehingga hasil rajangan kering yang diperoleh menjadi tinggi. Hal inilah yang menyebabkan partisi karbohidrat untuk daun selama > 45 hst berpengaruh positif terhadap hasil rajangan kering tembakau temanggung (Tabel 1). Hasil penelitian Djumali (2010) juga menunjukkan bahwa partisi karbohidrat untuk pembentukan nikotin berpengaruh negatif terhadap hasil rajangan kering tembakau temanggung.

b. Hubungan partisi karbohidrat dengan mutu rajangan kering

Dari 20 karakter partisi karbohidrat untuk pertumbuhan tanaman yang dipengaruhi oleh

dosis pupuk N diperoleh satu karakter partisi karbohidrat yang mempengaruhi mutu rajangan kering dengan kekuatan pengaruh sebesar 98,8% (Tabel 2). Karakter partisi tersebut adalah partisi karbohidrat untuk pembentukan nikotin 0–30 hst yang berpengaruh positif terhadap kadar nikotin. Dalam praktek budi daya tanaman tembakau di lapangan, tanaman selama fase pertumbuhan lambat (0–30 hst) diperlakukan cekaman kekeringan ringan untuk memacu pertumbuhan akar yang cepat agar dapat menopang pertumbuhan tajuk pada fase selanjutnya (Peedin *et al.* 2002). Pembentukan nikotin yang tinggi pada fase pertumbuhan lambat menyebabkan laju pertumbuhan tajuk tanaman (termasuk daun) menjadi terhambat sehingga laju pertumbuhan tajuk selanjutnya menjadi terhambat dan hasil rajangan kering yang diperoleh menjadi rendah. Laju pembentukan nikotin yang tinggi dalam kondisi laju pertumbuhan daun yang rendah menyebabkan kadar nikotin dalam rajangan kering menjadi tinggi. Hasil penelitian Djumali (2011b) memperlihatkan bahwa laju pertumbuhan daun yang tinggi pada fase pertumbuhan lambat menyebabkan kadar nikotin dalam rajangan kering tembakau temanggung menjadi rendah. Hal inilah yang menyebabkan partisi karbohidrat untuk pembentukan nikotin pada 0–30 hst berpengaruh positif terhadap kadar nikotin dalam rajangan kering (Tabel 2).

Tabel 2. Nilai T-student hasil regresi berganda antara peubah proporsi partisi karbohidrat dengan kandungan nikotin rajangan akibat pengaruh dosis pupuk N

Proporsi partisi untuk organ	Nilai T-student persamaan					
	1	2	3	4	5	6
- Tajuk 30–45 hst	-5,519	-3,302	-	-	-	-
- Batang 45–60 hst	-4,920	-	-	-	-	-
- Daun 45–60 hst	-10,752	-10,195	-10,646	-11,143	-7,113	-
- Nikotin 0–30 hst	19,907	18,471	28,646	38,678	62,125	76,781
- Nikotin > 60 hst	5,480	4,182	3,635	-	-	-
- Tunas samping	11,543	9,251	8,067	6,671	-	-
Koefisien determinasi	0,998**	0,997**	0,997**	0,996**	0,993**	0,988**

Keterangan: **) persamaan pada setiap kolom berpengaruh nyata pada uji F taraf 1%

KESIMPULAN DAN SARAN

Partisi karbohidrat untuk pertumbuhan tajuk tanaman selama 0–60 hari setelah tanam (hst) mengalami penurunan dan selama 60 hst–panen akhir mengalami peningkatan seiring dengan peningkatan dosis pupuk N, demikian pula sebaliknya untuk organ akar. Dalam tajuk tanaman, partisi karbohidrat untuk batang selama 0–30 hst mengalami peningkatan dan selama 45 hst–panen akhir mengalami penurunan seiring dengan peningkatan dosis pupuk N. Hal sebaliknya terjadi pada organ daun. Adapun partisi karbohidrat untuk pertumbuhan bunga dan tunas samping mengalami peningkatan seiring dengan peningkatan dosis pupuk N.

Dalam akar, partisi karbohidrat untuk pembentukan jaringan akar mengalami penurunan selama tanam–panen akhir seiring dengan peningkatan dosis pupuk N dan hal sebaliknya terjadi pada pembentukan senyawa nikotin.

Partisi karbohidrat untuk pertumbuhan organ tanaman yang mempengaruhi hasil rajangan kering adalah partisi karbohidrat untuk pertumbuhan tajuk selama 0–30 hst dan 60 hst–panen akhir, batang selama 0–30 hst, daun selama 45 hst–panen akhir, dan pembentukan nikotin selama 45–60 hst.

Partisi karbohidrat yang mempengaruhi kadar nikotin adalah partisi karbohidrat untuk pembentukan nikotin selama 0–30 hst.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Saudara Moch. Sohri, SP. dan Kepala Kebun Percobaan Karangploso atas bantuannya dalam pelaksanaan penelitian ini. Kepada semua pihak yang telah membantu dalam penulisan ini diucapkan terima kasih.

DAFTAR PUSTAKA

Anonimous 2006, *Laporan perkembangan tanaman tembakau temanggung tahun 2005*, Dinas

Perkebunan, Kehutanan, dan Konservasi Sumber Daya Alam Kabupaten Temanggung.

Boroujerdnia, M, Ansori, NA & Dehcordie, FS 2007, Effect of cultivars, harvesting time, and levels of nitrogen fertilizer on nitrate and nitrite content, yield in romaine lettuce, *Asian J. of Plant Sci.* 6(3):550–553.

Djajadi & Murdiyati, AS 2000, Hara dan pemupukan tembakau temanggung, *Dalam Tembakau temanggung, Monograf Balittas* No. 5. Balai Penelitian Tembakau dan Tanaman Serat, Malang. hlm. 32–39.

Djumali 2008, *Produksi dan mutu tembakau temanggung (Nicotiana tabacum L.) di daerah tradisional serta faktor-faktor yang mempengaruhinya*, Disertasi, Program Pascasarjana, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang.

Djumali 2010, Tembakau temanggung: fotosintesis, respirasi, partisi karbohidrat, serta keterkaitannya dengan hasil dan mutu rajangan kering, *Buletin Tanaman Tembakau, Serat & Minyak Industri* 2(2):60–74.

Djumali 2011a, Hubungan antara fenologi tanaman dengan hasil dan mutu rajangan kering tembakau temanggung, *Buletin Tanaman Tembakau, Serat & Minyak Industri* 3(1):1–16.

Djumali 2011b, Karakter tanaman tembakau temanggung yang berpengaruh terhadap hasil dan mutu rajangan kering, *Buletin Tanaman Tembakau, Serat & Minyak Industri* 3(2):57–65.

Djumali & Swari, EI 2005, Respon tanaman wijen terhadap aplikasi pupuk N, *Jurnal Agronomi* 9(2):83–91.

Fritschi, FB, Roberts, BA, Travis, RL, Rains, DW & Hutmacher, RB 2003, Response of irri-gated acala and pima cotton to nitrogen fertilizer: growth, dry matter partitioning, and yield, *Agron J.* 95:133–146.

Gardner, FP, Pearce, RB & Mitchell, RL 1985, *Physiology of crops plant*, The Iowa State University Press, Iowa, USA.

Granier, C & Tardieu, F 1999, Water deficit and spatial pattern of leaf development, variability in responses can be simulated using a simple model of leaf development, *Plant Physiol.* 119:609–619.

Jordi, W, Schapendonk, A, Davelaar, E, Stoop, GM, Pot, CS, de Visser, R, van Rhijn, JA, Gan S & Amasino, RM 2000, Increased cytokinin levels in transgenic P_{SAG12}-IPT tobacco plants

- have large direct and indirect effects on leaf senescence, photosynthesis and N partitioning, *Plant, Cell and Environment* 23:279–289.
- Khan, MMA, Gautam, C, Mohammad, F, Siddiqui, MH, Naeem, M & Khan, MN 2006, Effect of gibberellic acid spray on performance of tomato, *Plant Physiology* 30(6):11–16.
- Kuo, S & Jellum, EJ 2002, Influence of winter cover crop and residue management on soil nitrogen availability and corn, *Agron J.* 94: 501–508.
- Murdiyati, AS, Suwarso & Dalmadiyo, G 2003, Dukungan teknologi budi daya tembakau, *Prosiding Lokakarya Agribisnis Tembakau*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, Bogor, hlm. 46–54.
- Nakano, T, Kimura, T, Kaneko, I, Nagata, N, Matsuyama, T, Asami, T & Yoshida, S 2001, Molecular mechanism of chloroplast development regulated by plant hormones, *Riken Review* 41:86–87.
- Peedin, GF, Smith, WD & Yelverton, FH 2002, Agronomic production practices, in *Flue-cured Tobacco Information Agric.* Exten. Service, North Carolina State University, p. 4–52.
- Vries, FWTP de, Jansen, DM, Berge, HFM ten & Bakema, A 1989, Simulation of ecophysiological processes of growth in several annual crops, *Simulation Monograph* 29, Pudoc, Wageningen.
- Rachman, A & Djajadi 1991, Pengaruh dosis pupuk N dan K terhadap sifat-sifat agronomis dan susunan kimia daun tembakau temanggung di lahan sawah, *Penelitian Tembakau dan Tanaman Serat* 6(1):21–31.
- Rachman, A, Djajadi & Sastrosupadi, A 1988, Pengaruh pupuk kandang dan pupuk nitrogen terhadap produksi dan mutu tembakau temanggung, *Penelitian Tembakau dan Tanaman Serat* 3(1):15–22.
- Rochman, F & Suwarso 2000, Kultivar lokal tembakau temanggung dan usaha perbaikannya. Dalam *Tembakau temanggung, Monograf Balittas* No. 5, Balai Penelitian Tembakau dan Tanaman Serat, Malang, hlm. 7–13.
- Salisbury, FB & Ross, CW 1995, *Plant physiology*, 4th edition, Wadsworth Publishing Co., New York.
- Schmidt, JP, Joia, AJ de, Ferguson, RB, Taylor, RK, Young, RK & Havlin, JC 2002, Corn yield response to nitrogen at multiple infield locations, *Agron J.* 94:798–806.
- Sholeh, M & Djumali 2007, Respon fisiologis dua galur unggul tembakau virginia rajangan terhadap nitrogen, *Agritek* 15(3):629–635.
- Shimizu-Sato, S, Tanaka, M & Mori, H 2009, Auxin-cytokinin interactions in the control of shoot branching, *Plant Mol. Biol.* 69(4):429–35.
- Tso, TC 1990, *Production, physiology, and biochemistry of tobacco plant*, IDEALS Inc., Beltsville, Maryland, USA.
- Xi, XY, Li, CJ & Zhang, FS 2005, Nitrogen supply after removing the shoot apex increases the nicotine concentration and nitrogen content of tobacco plants, *Annals of Botany* 96:793–797.

Lampiran 1. Proporsi partisi karbohidrat untuk pertumbuhan tajuk dan akar tembakau temanggung pada berbagai dosis pupuk N dan umur tanaman

Dosis pupuk N (g/tan)	0–30 hst		30–45 hst		45–60 hst		60 hst–panen	
	Tajuk	Akar	Tajuk	Akar	Tajuk	Akar	Tajuk	Akar
0	0,869 a	0,131 d	0,859a	0,141 c	0,890 a	0,110 d	0,715 e	0,285 a
1,62	0,861 ab	0,139 cd	0,847 ab	0,153 bc	0,860 ab	0,140 cd	0,742 d	0,258 b
3,24	0,855 abc	0,145 bcd	0,834 bc	0,166 ab	0,842 bc	0,158 bc	0,756 cd	0,244 bc
4,86	0,846 bc	0,154 bc	0,832 c	0,168 a	0,835 bc	0,165 bc	0,772 bc	0,228 cd
6,48	0,837 c	0,163 b	0,826 c	0,174 a	0,815 cd	0,185 ab	0,785 ab	0,215 de
8,10	0,813 d	0,187 a	0,823 c	0,177 a	0,802 d	0,198 a	0,797 a	0,203 e
KK (%)	1,19	6,60	0,87	4,45	2,00	10,57	1,41	4,48

Keterangan: Angka yang didampingi huruf sama dalam satu kolom berarti tidak berbeda nyata pada uji jarak Duncan taraf 5%

Lampiran 2. Proporsi partisi karbohidrat untuk pertumbuhan batang, daun, bunga, dan tunas samping tembakau temanggung pada berbagai dosis pupuk N dan umur tanaman

Dosis pupuk N (g/tan)	0–30 hst		30–45 hst		45–60 hst		60 hst–panen		
	Batang	Daun	Batang	Daun	Batang	Daun	Bunga	Batang	Tunas samping
0	0,234 d	0,766 a	0,588 a	0,412 a	0,325 d	0,205 f	0,470 a	0,808 a	0,106 c
1,62	0,258 d	0,742 a	0,583 a	0,417 a	0,376 cd	0,217 e	0,407 b	0,744 b	0,108 c
3,24	0,289 c	0,711 b	0,586 a	0,414 a	0,419 bc	0,228 d	0,353 bc	0,683 c	0,117 c
4,86	0,312 bc	0,688 bc	0,580 a	0,420 a	0,443 ab	0,236 c	0,321 c	0,642 cd	0,154 b
6,48	0,330 ab	0,670 cd	0,584 a	0,416 a	0,459 ab	0,247 b	0,294 cd	0,598 de	0,180 ab
8,10	0,345 a	0,655 d	0,582 a	0,418 a	0,492 a	0,258 a	0,250 d	0,564 e	0,202 a
KK (%)	4,54	1,90	1,12	1,57	7,64	1,87	9,05	3,72	11,48

Keterangan: Angka yang didampingi huruf sama dalam satu kolom berarti tidak berbeda nyata pada uji jarak Duncan taraf 5%

Lampiran 3. Proporsi partisi karbohidrat untuk pembentukan nikotin dan pertumbuhan jaringan akar tembakau temanggung pada berbagai dosis pupuk N dan umur tanaman

Dosis pupuk N (g/tan)	0–30 hst		30–45 hst		45–60 hst		60 hst–panen	
	Nikotin	Akar	Nikotin	Akar	Nikotin	Akar	Nikotin	Akar
0	0,012 e	0,988 a	0,026 e	0,974 a	0,018 d	0,982 a	0,010 c	0,990 a
1,62	0,050 d	0,950 b	0,068 d	0,932 b	0,029 d	0,971 a	0,013 c	0,987 a
3,24	0,087 c	0,913 c	0,097 c	0,903 c	0,045 c	0,955 b	0,033 b	0,967 b
4,86	0,107 b	0,893 d	0,110 b	0,890 d	0,052 bc	0,948 bc	0,047 ab	0,953 bc
6,48	0,114 a	0,886 e	0,120 b	0,880 d	0,064 ab	0,936 cd	0,056 a	0,944 c
8,10	0,116 a	0,884 e	0,135 a	0,865 e	0,074 a	0,926 d	0,060 a	0,940 c
KK (%)	4,28	0,38	7,00	0,72	15,16	0,75	24,89	0,94

Keterangan: Angka yang didampingi huruf sama dalam satu kolom berarti tidak berbeda nyata pada uji jarak Duncan taraf 5%